

Техническая характеристика

Описание продукта

Purolite А – 520 является анионообменной макропористой смолой, которая разработана специально для удаления нитратов из воды в пищевой промышленности. Макропористая структура матрицы и специальные ионообменные группы обеспечивают идеальную селективность по нитратам этой смолы, делая ее подходящей даже для случаев удаления нитратов на фоне умеренно высокого содержания сульфатов в воде. Следовательно, эта смола обладает наилучшими характеристиками по технологическому удалению нитратов в

сравнении с другими стандартными ионообменными смолами.

Требования к процессам удаления нитратов из воды, используемой в пищевой промышленности, регламентируются стандартом качества, определенным Европейским Экономическим Сообществом в директиве N 80/778 от июля 1980 года. Эта директива ограничивает содержание нитратов по максимально допустимой концентрации (М.А.С.), равной 50 мг NO₃/л. Американские же требования к питьевой воде ограничивают содержание нитратов значением не более 45 мг NO₃/л.

Химические и физические характеристики катионита PUROLITE А – 520Е.

Структура полимерной матрицы	Стирол – дивинилбензол, макропористая
Физическая форма и внешний вид	непрозрачные сферические частицы кремового цвета
Количество целых гранул	>95%
Функциональные группы	Четвертичный аммоний
Ионная форма при поставке	Cl ⁻ - форма
Насыпной вес, г/л	680
Стандартный гранулометрический состав, в набухшей форме, мм	0,30 – 1,20
Количество нестандартных частиц:	
+ 1200 микрон	< 5 %
- 300 микрон	> 1 %
Содержание влаги, %	45-52
Обратимое набухание, % :	незначительное
Cl ⁻ → SO ₄ /NO ₃	
Полная обменная емкость, минимум	
Cl ⁻ - форма, (влажный объем), мг-экв/мл	1.0
Cl ⁻ - форма (сухой, вес), мг-экв/г	2,5
Максимальная рабочая температура, Cl ⁻ - форма, °С	100
Диапазон pH:	
Стабильности	0 – 14
Рабочее значение	4,5 – 8,5

Стандартные рабочие условия для удаления нитратов.

Операция	Расход, объем смолы (ОС) в час	Расход*, м ³ /час	Входящий поток	Время, мин.	Общее количество	Общее количество *
Работа	8 – 32	56 – 226	Исходная вода	-		
Взрыхление	5 – 7,5 м/ч (10-20°C)	35 – 53	Исходная вода	5 – 20	1,5 – 4 ОС	10,5 – 28 м ³
Регенерация	2 - 5	14 - 35	3 – 10 % NaCl	20 - 60	90 – 250 г NaCl/л смолы	635 – 1766 кг NaCl на 1 регенерацию
Медленная отмывка	Как при регенерации	14 - 35	Исходная вода	20 – 60	2 – 5 ОС	14 – 35 м ³
Быстрая отмывка	8 – 32	56 – 226	Исходная вода	20 - 40	2 - 5 ОС	14 – 35 м ³

Расширение слоя при взрыхлении 50 – 75 %

Конструктивный запас объема при отмывке – 100 %

*Пример для фильтра диаметром 3 м, с высотой загрузки 1 м.

Регенерация.

Хлористый натрий является наиболее предпочтительным реагентом для регенерации по причине высокой эффективности и низкой стоимости. В некоторых случаях с достаточной эффективностью может быть использована морская вода. С целью предотвращения выпадения карбоната кальция на смоле PUROLITE A – 520E в процессах

водоподготовки (или других смолах, используемых для этих целей) для приготовления регенерационных растворов и взрыхляющей отмывки рекомендуется использовать умягченную воду. Хотя осадки не оказывают ухудшающего воздействия за короткий период эксплуатации, но при длительной эксплуатации может проявиться истирание смол и проскок нитратов.

Подготовительные операции.

PUROLITE A – 520E должен быть специально подготовлен для гарантированного выполнения требований, предъявляемых к подготовке воды, предназначенной для пищевой промышленности.

При первичной подготовке этой смолы необходимо, чтобы она была обработана 6 %-ным раствором NaCl в объеме не менее двух объемов смолы, затем отмыта водой пищевого качества общим объемом не менее четырех объемов смолы. После этого смола готова к использованию.

Гидравлические характеристики.

Перепад давления на правильно классифицированном слое смолы зависит, как от распределения частиц по размерам, глубины слоя, наличия воздушных пузырей в ионообменном материале, так и от вязкости (а следовательно и температуры) фильтруемого потока. Факторы, влияющие на перечисленные параметры, например, наличие в фильтруемой жидкости нерастворимых частиц, которые могут оседать в слое смолы, ненормальное уплотнение смолы, неправильная классификация слоя, будут оказывать отрицательное воздействие и приведут к увеличению перепада давления.

В зависимости от качества входящего потока воды, конструкции установки и технологии

ее эксплуатации рабочая скорость потока может варьироваться от 10 до 40 объемов смолы в час. Обычные для этих случаев величины перепада давления приводятся на рисунке 1.

При взрыхляющей отмывке необходимо обеспечить расширение слоя смолы в пределах 50 – 70 % от исходного объема слоя. Эта операция позволяет освободить слой смолы от мелочи, нерастворимых частиц, воздушных пузырей и уплотнений, что обеспечит снижение сопротивления потоку. Расширение слоя зависит от скорости обратного потока и температуры, как это показано на рисунке 2.

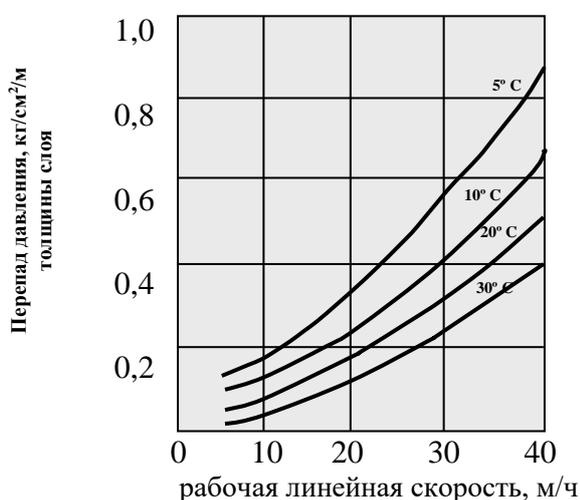


Рис. 1. Зависимость перепада давления на слое смолы от скорости фильтрации .

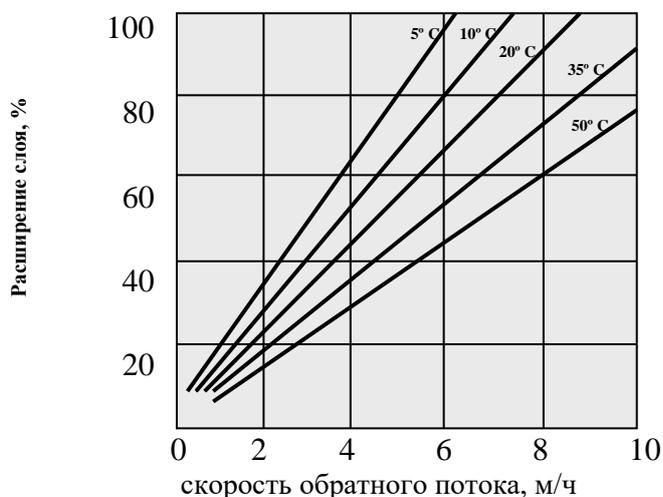
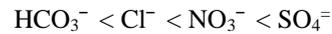


Рис. 2. Зависимость расширения слоя от скорости обратного потока.

Рабочая емкость.

Высокая селективность PUROLITE A-520E по нитратам по сравнению с сульфатами обеспечивает необходимое снижение уровня нитратов даже в условиях повышенной концентрации сульфатов в исходной воде. Следовательно, предлагаемая смола обладает преимуществом перед стандартными высокоосновными смолами, емкость по нитратам у которых снижается при высоком содержании сульфатов в исходной воде. По этой причине смола PUROLITE A-520E хотя и обладает несколько более низкой полной обменной емкостью, чем стандартные высокоосновные аниониты, дает более высокую выработку очищенной воды (фильтроцикл) по следующим причинам. Как стандартные гелевые, так и макропористые высокоосновные аниониты проявляют достаточную эффективность по удалению нитратов, когда доля содержания

сульфатов в общем солевом составе низкая. Однако, из-за высокой селективности смол к сульфатам, порядок удаления анионов из очищаемого раствора будет следующим:



Селективное замещение нитратов сульфатами приводит к уменьшению эффективности удаления нитратов из-за сульфатной нагрузки. Кроме очевидного недостатка, каким является снижение выработки воды за один фильтроцикл, замещение нитратов и сульфатов хлоридами приведет к ухудшению вкуса обрабатываемой воды, а в некоторых случаях к повышению коррозионной активности воды из-за превышения допустимых пределов содержания хлоридов.

Прямоточная регенерация PUROLITE A-520E.

На рисунках 3 и 4 изображены рабочая емкость и пропуск нитратов в фильтрат, которые могут быть получены при прямоточной регенерации при определенных удельных расходах регенеранта. Величины, полученные из рисунка 3 предназначены для расчета фильтроциклов по нитратам, и скорректированы с нитратными пропусками в фильтрат и, следовательно, не могут быть использованы напрямую для определения фильтроциклов. Все концентрации даны либо в мг/л, либо в мг-эквивалентах/л, базируются на относительных величинах.

Выработка обрабатываемой воды может быть вычислена следующим образом:

$$\text{Фильтроцикл} = \frac{V \times \text{ОС}}{L - I_n} \times 10^3 \text{ (литров)},$$

где V – объем смолы в литрах;

ОС – рабочая емкость в г-эквивалентах/л смолы;

L – нагрузка по нитратам в мг-эквивалентах/л;

I_n – пропуск нитратов в фильтрат.

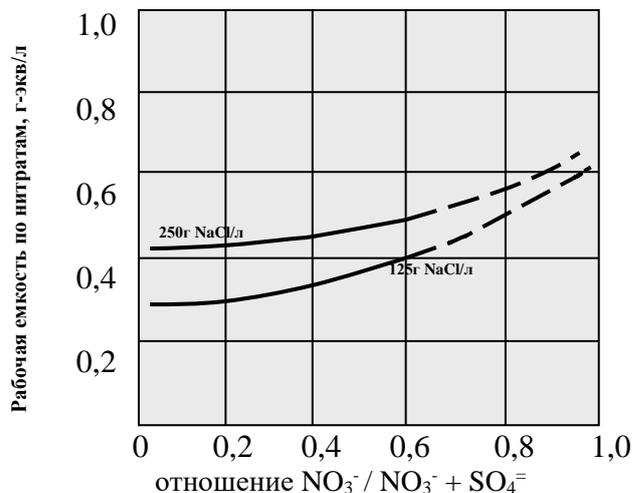


Рис. 3. Зависимость рабочей емкости от соотношения концентраций нитратов и сульфатов в воде.

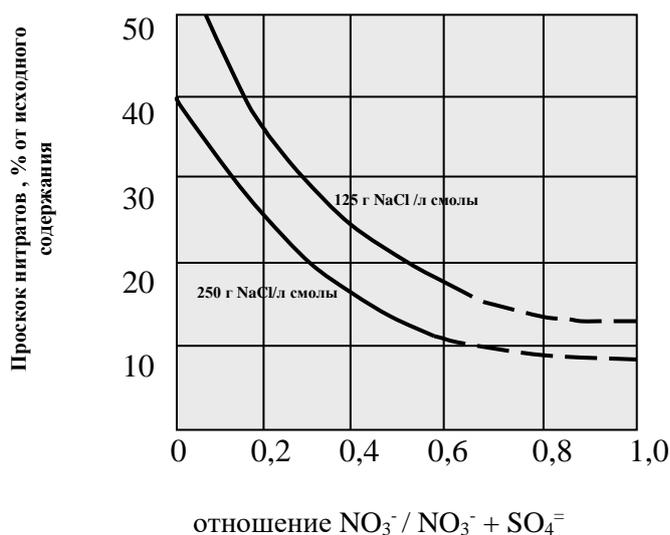


Рис. 4. Зависимость проскока нитратов в фильтрат от соотношения концентраций нитратов и сульфатов в воде.

Противоточная регенерация PUROLITE A-520E.

Подобные величины даны на рисунках 5 и 6 для противоточной регенерации. Необходимо отметить, что в этом случае проскок нитратов в фильтрат будет более низким при том же удельном расходе регенеранта. Следовательно можно смешивать обрабатываемую и необрабатываемую воду в соотношении до 50 %, что является хорошим преимуществом в том случае, когда возможно использование противотока. С другой стороны, выбор прямоточной регенерации может быть сделан в случае получения больших объемов воды хорошего качества для непосредственного использования. Более высокие проскоки нитратов (см. I_n в уравнении, приведенном выше) уменьшают нагрузку на ионообменный слой при той же рабочей емкости, и таким образом увеличивают фильтроцикл слоя. Этот последний эффект может оказывать большее влияние на фильтроцикл, чем различие в рабочей емкости. Из этого следует, что и рабочая емкость, и проскок нитратов для альтернативных случаев регенерации должны быть оценены перед принятием конкретных конструктивных решений.

Предполагая, что целью обработки воды является удаление нитратов для получения воды питьевого качества, соответствующей

нормам Всемирной Организации Здоровья (WHO – World Health Organization), в которых соотношение “нитраты / нитраты + сульфаты” является выше, чем 0,6, в повышенной селективности по нитратам нет необходимости.

Стандартные высокоосновные смолы могут давать более высокие фильтроциклы, а следовательно, и более высокие рабочие емкости. на рисунках 3 – 6 (сплошные части кривых) показано, в каких случаях предпочтителен выбор анионита PUROLITE A-520E. Прерывистые части кривых показывают те же величины для альтернативных смол. В тех случаях, когда требуется проскок нитратов, меньший, чем в нормах WHO, например, при изготовлении некоторых пищевых продуктов, анионит PUROLITE A-520E будет давать более хорошие показатели по сравнению со стандартными смолами даже в случаях, когда отношение нитраты/нитраты + сульфаты выше, чем 0,6. Одно из важнейших преимуществ заключается в том, что при использовании этой смолы не будет наблюдаться резкий проскок нитратов до высоких концентраций, что наблюдается у стандартных смол, следовательно, исключается возможность случайного загрязнения продуктов нитратами при истощении фильтра.

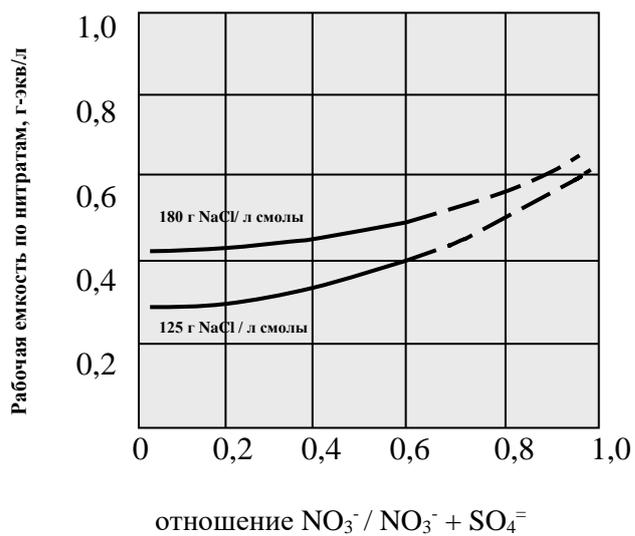


Рис. 5. Зависимость рабочей емкости от соотношения концентраций нитратов и сульфатов в воде.

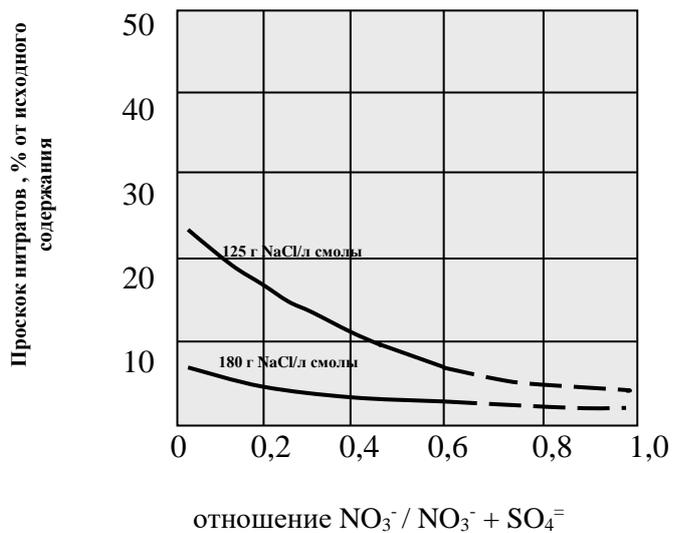


Рис. 6. Зависимость проскока нитратов в фильтрат от соотношения концентраций нитратов и сульфатов в воде.

Примеры расчетов.

Для расчетов используются рисунки 3 ÷ 6.

Предположим, что требуется обработать до содержания нитратов < 50 мг/л воду следующего состава:

Анионы	мг/л	мг-экв/л	Катионы	мг/л	мг-экв/л
нитраты	93	1,5	кальций	90	4,5
сульфаты	98	2,0	магний	18	1,5
хлориды	71	2,0	натрий	30	1,3
[НСО ₃ ⁻]*	122,	2,0	калий	8	0,2
Общее количество анионов		7,5	Общее количество катионов		7,5
Эквивалентная минеральная кислотность		5,5			

* Примечание: Если концентрация бикарбонатов не значительно превышает средние значения, она в известных пределах не влияет на рабочие характеристики.

$$\frac{\text{Нитраты}}{\text{Нитраты} + \text{Сульфаты}} = \frac{\text{NO}_3^-}{\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}} = \frac{1,5}{1,5 + 2} = 0,43$$

Сначала выберем удельный расход регенеранта 125 NaCl/л смолы, предполагая прямоточную регенерацию.

Для того, чтобы вычислить фильтроцикл,

по рисунку 3 находим базовую рабочую емкость для отношения нитраты/нитраты + сульфаты, равного 0,43. Она равна 0,36.

По рисунку 4 определяем проскок нитратов при этом же значении соотношения нитратов и сульфатов (0,43), который будет равен 23 %.

Следовательно, по выше приведенному уравнению для каждого литра смолы фильтроцикл будет равен:

$$(0,36 : 1,15) \times 10^3 = 313 \text{ литров.}$$

В зависимости от требуемой выработки воды (фильтроцикла) объем смолы выбирается таким образом, чтобы скорость потока лежала в пределах стандартных рабочих условий, приведенных выше на стр. 2. Кроме того, рекомендуется вводить коэффициент проектирования 0,9. В результате выработка

воды (фильтроцикл) в расчете на один литр будет равна:

$$313 \times 0,9 = 281,7 \text{ литров.}$$

В этом примере ожидаемый проскок нитратов в фильтрат 21,4 мг/л (в пересчете на NO₃⁻), следовательно, выгодно остановить свой выбор на технологической схеме с почти 50 %- ным подмешиванием сырой воды. Это преимущество не осуществимо при противоточной регенерации. На рисунке 5 видно, что кривые базовых рабочих емкостей подобны таким же кривым для прямоточной регенерации. Однако выработка воды (фильтроцикл) будет ниже из-за уменьшения проскока нитратов в фильтрат, и, следовательно, увеличения ионной нагрузки на смолу на протяжении фильтроцикла. В других случаях, когда концентрация нитратов выше или соотношение нитратов и сульфатов более высокое, может оказаться более выгодным использование противоточной регенерации, чем переход на более высокие удельные расходы регенерирующих веществ при прямоточной регенерации. В случае подходящего смешения можно достигнуть сокращения затрат на регенерирующие вещества.